Aus der Untersuchungs-Abteilung (Prof. Dr. Lubinski) des Hygienischen Instituts der Universität Breslau (Direktor: Prof. Dr. Prausnitz).

Versuche über die Brauchbarkeit von Formaldehyd zur Trockensterilisation zahnärztlicher Instrumente.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

der Hohen Medizinischen Fakultät

der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau.

Vorgelegt von

RALF KLAR, Zahnarzt

Breslau 1933.

Buchdruckerei der Salzbrunner Zeitung, Bad Salzbrunn

Gedruckt mit Genehmigung
der medizinischen Fakultät
der Universität Breslau
I. Referent: Professor Dr. Lubinski
II. Referent: Professor Dr. Prausnitz

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

In der Zahnheilkunde werden eine ganze Reihe von Instrumenten gebraucht, deren Sterilisation Schwierigkeiten bereitet. Teils sind es schneidende Instrumente, (Bohrer, Fräsen u. s. w.), deren Schärfe durch die gewöhnliche Sterilisation mittels Auskochen leidet, teils sind es Instrumente mit kompliziertem Mechanismus (Handstücke, Winkelstücke und auch Stirnlampen), deren Lebensdauer durch eine physikalische Sterilisation ganz bedeutend eingeschränkt wird. Um diesen Schwierigkeiten zu begegnen, hat man für diese Instrumente die desinfizierende Wirkung chemischer Substanzen verwandt, und es werden jetzt eine Reihe gut desinfizierender Stoffe in gelöster Form für diese Zwecke in der Zahnheilkunde gebraucht. Dabei haben sich aber auch Nachteile dieser Desinfektionsmethoden auf zahnärztlichem Gebiete herausgestellt. Nach dem allgemein geübten Brauch werden die Instrumente nach einem genügend langem Aufenthalt in dem Desinfektionsmittel aus diesem herausgenommen und, da sie doch noch mit dem Desinfektionsmittel befeuchtet sind, mit einem Tuch abgetrocknet. Dieses Verfahren verbürgt jedoch in keiner Weise eine Sterilität der Instrumente, selbst dann nicht, wenn ein steriles Tuch hierfür verwendet würde, was aber in der Praxis selten der Fall sein dürfte. Es soll hier nicht untersucht werden, ob für diese Instrumente immer eine absolute Sterilität notwendig ist. Darüber jedoch herrscht kein Zweifel, daß in manchen Fällen (z. B. Pulpenamputation unter örtlicher Betäubung) eine solche unbedingt gefordert werden muß. Ferner hat sich gezeigt, daß diese desinfizierenden Flüssigkeiten doch nicht immer ohne einen nachteiligen Einfluß auf die Instrumente sind; besonders

das einwandfreie Funktionieren der Hand- und Winkelstücke leidet häufig darunter. Es ist auch für ein sauberes Arbeiten sehr hinderlich, wenn trotz des Abtrocknens der Instrumente während des Gebrauchs aus den inneren Teilen noch andauernd Flüssigkeit heraustropft, was erfahrungsgemäß auch bei sorgfältigstem Trocknen der Fall ist. Andere Utensilien, wie Guttapercha-Points, können weder durch Hitze noch durch Abbrennen mittels Alkohol sterilisiert werden, weil sie dadurch weich werden und in ihrer Form nicht beständig bleiben. Auch ist es nicht erwünscht, sie mit einer desinfizierenden Flüssigkeit behaftet zu benutzen.

Man hat also genügend Gründe, nach einer für zahnärztliche Zwecke besser geeigneten Desinfektionsmethode zu suchen. Da sich Flüssigkeiten nicht immer als geeignet erwiesen hatten, ging man zu dem nächst höheren Aggregatzustand über. Hierfür lag es nahe, den in der Medizin für Raum-Desinfektion benutzten gasförmigen Formaldehyd auch auf zahnärztlichem Gebiet anzuwenden. Der große Vorteil dieser Methode ist in die Augen fallend. Man könnte einfach die Instrumente in einen Behälter legen, in dem Formaldehyd entwickelt wird; nach einiger Zeit wären sie steril, trocken und gebrauchsfertig herauszunehmen. Das wäre wunderbar bequem und sauber. In der Praxis stellten sich aber bereits Schwierigkeiten bei der Frage ein, wie man das Gas entwickeln sollte. Hierüber ist auch in der Medizin viel gearbeitet worden. Es würde zu weit führen, alle Methoden, auf die man in Verfolg dieses Gedankens gekommen ist, hier anzuführen. Ich will nur die erwähnen, die in einen Zusammenhang mit Verfahren gebracht werden können, die in der Zahnheilkunde versucht wurden.

Von Lehmann wurde 1893 dadurch eine desinfizierende Wirkung mit Formaldehydgas zu erzielen versucht, daß er mit Formaldehydlösung getränkte Tücher zur Verdunstung

des Formaldehyds aufhängte. Diese Methode ist von Hofmann 1903 wieder aufgenommen worden. Im Zusammenhang damit könnte man folgende in der Zahnheilkunde geübte Methode erwähnen, die von Bernstein 1904 angegeben wurde. Er legte Bohrer, Nadeln u. s. w. trocken in Kästchen, in denen sich mit Formalin getränkte Asbestwatte befand. Nähere Angaben über den bakteriologischen Erfolg dieser Methode konnte ich nicht finden. Ueber ein ähnliches Verfahren, das von einem unbekannten französischen Autor stammt, findet sich in Mischs Fortschritten der Zahnheilkunde ein Referat von H. Niemann. Hiernach soll durch einfache Verdunstung von Aldylène, einer konzentrierten chemisch reinen Formaldehydlösung eine vollkommene Sterilisation von Instrumenten und Verbandsstoffen erzielt worden sein. „Das auf zahlreichen rigoros durchgeführten bakteriologischen Experimenten basierte Resultat wird innerhalb einer Stunde erreicht."

Später benutzte man weniger die Formaldehydlösung als Ausgangsmaterial, sondern gebrauchte die festen Polymerisationsprodukte des Formaldehyds, besonders wegen der bequemeren Handhabung der festen Stoffe. M. Joyeux hat einen Apparat konstruiert, der Bohrer, Steinchen, Bürstchen u. s. w. in einem für den Gebrauch bequemen Behälter dadurch sterilisiert, daß durch die Wärme einer zehnkerzigen elektrischen Birne auf der Grundfläche des Apparates eine Trioxymethylentablette zum Verdunsten gebracht wird. Miller hatte schon früher (1903) Formalintabletten dazu benutzt, um Instrumente, Wattebäuschchen, bewickelte Nadeln, Mundservietten in ihren Aufbewahrungskästen steril zu halten. Er hat dies auch bakteriologisch nachgeprüft, indem er die Böden der Kästen mit sterilem Wattebausch abrieb und diesen Wattebausch dann in Bouillon tat. Er hat nie Wachstum beobachten können. Er empfielt die Tablette zu erneuern, sobald sie keinen Geruch von Formaldehyd mehr von sich gibt, spätestens nach 10—14 Tagen.

Auch in neuerer Zeit wurde der Formaldehyd zur sterilen Aufbewahrung von Instrumenten benutzt. Nach der Methode des Franzosen Oubrerie geschieht sie in einer austrocknenden und antiseptischen Atmosphäre von Chlorkalk und Trioxymethylen oder noch besser in einem Gemisch von tungsteinsaurem Natron oder kohlensaurem Natron mit Trioxmethylen und Chlorkalk . . ."

In Scheffs Handbuch der Zahnheilkunde berichtet H. Wolf über Versuche an der Wiener Kieferstation bezüglich der Sterilisierbarkeit verschiedener zahnärztlicher Utensilien (Papierspitzen, Stirnlampen, Sirnreflektoren und Luftbläsern) mittels Formalinpastillen. Stirnlampe, Stirnreflektor und Luftbläser würden am besten in einem sogen. Hirnglase desinfiziert, in dem sich das Gas aus Formalinpastillen entwickelt. Luftdichter Abschluß würde durch Einfetten des Randes der aufgelegten Glasplatte erreicht. Nach seinen Angaben wurde völlige Keimfreiheit erzielt. Als Nachteil dieser Methode wird angeführt, daß der den Instrumenten anhaftende Formaldehyd Reizungen der Haut, bei der Stirnlampe also der Stirnhaut hervorrufen könne. Diesem Nachteil sei aber durch rechtzeitiges Oeffnen der Sterilisationsbehälter vor dem Gebrauch der Instrumente und durch das Tragen einer Stirnhaube zu begegnen. Nähere Angaben über die angestellten Versuche zur Nachprüfung des Desinfektionswertes dieser Methode konnte ich nicht finden. Auch ist aus der Arbeit nicht zu entnehmen, aus welchem Stoff die benutzten Formalinpastillen bestanden. Soweit ich es in Erfahrung bringen konnte, werden im Wiener Zahnärztlichen Institut Pastillen aus den festen Polymeren des Formaldehyd verwendet. Anläßlich der Besprechung der bakteriologischen Ergebnisse dieses Verfahrens beruft sich H. Wolf auf eine Arbeit von A. Schlesinger. Danach keimen Milzbrandsporen nach 2—3 stündiger Einwirkung von Formalingas nicht mehr aus. Staphylokokken werden in ein Drittel der Zeit, also etwa in einer Stunde, abgetötet. In der Arbeit von

Schlesinger handelt es sich bei den Formalinpastillen um sogen. Formalithe, Kieselgurpastillen, die mit 40% iger Formalinlösung getränkt wurden, also um die Verdunstung von Formaldehyd aus seiner Lösung. Es ist anzunehmen, daß die Verhältnisse hier ganz anders liegen, als bei Pastillen aus festen Polymeren des Formaldehyd. Angaben über die Zeit, in der H. Wolf Keimfreiheit erzielte, konnte ich nicht finden. Auf eine persönliche Anfrage von Herrn Prof. Hübner bei Herrn Prof. Pichler (Wien), dem Herausgeber des oben erwähnten Handbuches, teilte dieser mit, daß er von Zeit zu Zeit bakteriologische Stichproben habe machen lassen, die immer negativ ausgefallen seien, daß er aber darüber nichts publiziert habe.

Diese von H. Wolf beschriebene Methode wird nun in der Praxis schon viel benutzt, wie ich es aus eigener Anschauung weiß. Es sind bequeme Schalen konstruiert worden, in denen man Nervnadeln, Points, Papierspitzen usw. auf diese Weise sterilisieren und steril aufbewahren will. Da aber die experimentellen Unterlagen, soweit ich die Literatur übersehen konnte, nicht als genügend anzusehen sind, habe ich auf Veranlassung von Herrn Prof. Hübner im Laboratorium des Hygienischen Instituts bei Herrn Prof. Lubinski eine Nachprüfung vorgenommen.

Es war meine Aufgabe, festzustellen, ob allein durch die Anwesenheit von Formalinpastillen in einem festverschlossenem Gefäß bei Zimmertemperatur und dem jeweiligen Feuchtigkeitsgehalt der Luft eine genügend bakterizide Wirkung entsteht, die eine wissenschaftlich einwandfreie und praktisch brauchbare Desinfektion der in diesem Raum befindlichen Gegenstände gewährleistet, wie es behauptet wird.

Bevor ich näher auf die Versuche und deren Ergebnisse eingehe, ist es wichtig, sich über die chemischen und biologischen Eigenschaften des Formaldehyd ein Bild zu machen.

Chemisches und Physikalisches über Formaldehyd und seine Polymeren.

Im Jahre 1867 wurde der Formaldehyd (CH_2O) von A. W. Hofmann entdeckt. Kékule gelang die Kondensation des bis dahin nur als Gas oder als wässrige Lösung dieses Gases dargestellten Stoffes bei $-21°C$. In diesem Aggregatzustand scheidet sich leicht ein Polymer des Formaldehyd, das Trioxymethylen $(CH_2O)_3$ aus. Dieses Trioxymethylen ist nun nicht das einzige Polymerisationsprodukt des Formaldehyds, sondern wir haben es noch mit mehreren anderen zu tun. Aus einer konzentrierten Formaldehydlösung scheidet sich beim Verdampfen der sogen. Paraformaldehyd ab, der ein amorphes Polymer des Formaldehyds von mindestens dreifachem Molekulargewicht des letzteren ist. Wie bei einem kolloidalen Niederschlag ist es nicht möglich, ihn wasserfrei zu erhalten. Er enthält mindestens 5—7% Wasser, ist in kaltem Wasser langsam, in heißem Wasser leicht löslich. Von diesem Paraformaldehyd haben wir noch die Polyoxymethylene zu unterscheiden, die die Zusammensetzung $(CH_2O)_n$ haben und die früher unter den Namen Dioxymethylen, Trioxymethylen, Methylenoxyd und Metaformaldehyd gingen. Auerbach und Barschall unterscheiden ein α-, β-, γ-, δ-Polyoxymethylen. Von diesen unterscheidet sich das α-Polyoxymethylen vom Paraformaldehyd nur durch den Wassergehalt und die amorphe Beschaffenheit des letzteren. Die käuflichen Präparate „Paraform", „Paraformaldehyd", „Trioxymethylen" bestehen aus einem Gemenge von α-Polyoxymethylen und Paraformaldehyd. Das eigentliche Trioxymethylen ist kristallinisch, verflüchtet sich bei gewöhnlicher Temperatur, löst sich in Wasser bis zu 17% und ist in dieser Form beständig. Von Auerbach und Barschall wird eine ringförmige Konstitutionsformel angenommen. Die Polyoxymethylene erhält man durch Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure auf Formaldehydlösung. Sie

sind nicht ganz beständig, sondern gehen ineinander über.

Auerbach und Plüddemann haben nun in komplizierten Versuchen festgestellt, „daß die Polyoxymethylene unter Ausschluß von Feuchtigkeit bei Temperaturen bis zu 100° verdampft höchstens Spuren von einfachem Formaldehyd abgeben". Nun bestehen die käuflichen Präparate neben dem α Polyoxymethylen auch aus dem etwas Wasser enthaltendem Paraformaldehyd. Das Wasser aber hat eine aufspaltende Wirkung auf die Polyoxymethylene. Diese aufspaltende Wirkung ist jedoch sehr gering, denn es dauert Tage und Wochen bis bei dem in Wasser am leichtesten löslichen Paraformaldehyd eine Sättigung der Lösung eintritt, während doch bei einer Aufspaltung des Paraformaldehyd in Formaldehyd eine schnelle Sättigung erreicht werden müßte, da sich der Formaldehyd in Wasser augenblicklich löst. Wir haben also von dem wasserhaltigem Bestandteil der käuflichen Präparate keine ins Gewicht fallende Förderung der Aufspaltung in einfachen Formaldehyd zu erwarten. Bei der Verdampfung fester Polymerer des Formaldehyd entstehen nur polymere Dämpfe, abgesehen von minimalen Mengen einfachen Formaldehyds. Die Dampfspannung dieses einfachen Formaldehyd ist bei Temperaturen unter 100° sehr gering, so daß er sich, wenn er bei höheren Temperaturen entwickelt wurde, schnell niederschlägt und, wenn genügend Feuchtigkeit vorhanden ist, sich in dem Kondenswasser löst. Ein tieferes Eindringen des Formaldehydgases in poröse Stoffe findet nicht statt, da er von den oberen Schichten absorbiert und in dem dort kondensierten Wasser gelöst wird. Watte, auch nur in einfacher Lage der gewöhnlichen Packung, würde man also nicht auf diese Weise sterilisieren können.

Das Verhalten des Formaldehyd und seiner Polymere den Mikroorganismen gegenüber.

Hier ist zunächst einmal festzustellen, daß die Polymere des Formaldehyds auf die Mikroorganismen keinen Einfluß haben. Nur der einfache Formaldehyd besitzt eine keimtötende Wirkung, und zwar nur in Form seiner wässrigen Lösung.

Daß dem trockenen Formaldehydgas keine keimtötende Wirkung zukommt, haben gleichzeitig und unabhängig von einander Flügge sowie Rubner und Peerenboom nachgewiesen. Sie konnten feststellen, „daß unter denselben Bedingungen, unter welchen Formaldehyd imstande ist, in feuchter Atmosphäre außerordentlich widerstandsfähige Keime abzutöten, das trockene Gas stark getrocknete, sonst nicht sehr widerstandsfähige Keime nicht zu vernichten vermag, daß also Wasser oder Wasserdampf zur Wirkung des Formaldehyd dringend erforderlich ist." Bei denselben Versuchen konnten Rubner und Peerenboom noch bemerken, daß die Wirkung des Formaldehyds in feuchter Atmosphäre auf trockene Keime stärker ist als auf feuchte Keime.

Es ist nun die Frage zu beantworten, welcher Art der Einfluß der Formaldehydlösung auf die Mikroorganismen ist, sodaß ein Aufhören ihrer Lebensfunktionen eintritt.

Formaldehyd ist ein lipoidlöslicher Stoff und mit dieser Eigenschaft könnte man seine keimtötende Wirkung in Zusammenhang bringen. Andererseits besteht eine starke Affinität zu Eiweißkörpern. Ueber diese Beziehungen zum Eiweiß sind mehrere Arbeiten gemacht worden. Es handelt sich darum, festzustellen, ob eine chemische Bindung des Formaldehyd an die Zelle und zwar an das Eiweiß der Zelle stattfindet. Von Eisenberg und Okolska wurde diese chemische Bindung verneint. Gegenbauer konnte feststellen, daß von 100 g in Hitze koaguliertem Rindereiweiß in 8 Tagen 11 g Formaldehyd gebunden

wurden und zwar unabhängig von der Konzentration des einwirkenden Formaldehyds immer die gleiche Menge von 11 g. Innerhalb der ersten 3 Tage wurde zwar aus konzentrierten Lösungen ein größeres Quantum Formaldehyd gebunden, im Laufe der Zeit aber immer nur 11 g. Die Grenze von 11 g wurde nie überschritten. Zwischen der Reaktion Rindereiweiß — Formaldehyd besteht also ein konstantes Verhältnis; wir haben es demnach mit dem chemischen Gesetz der konstanten Proportionen zu tun. Die Konzentration der reagierenden Körper hat darauf keinen Einfluß, nur die Geschwindigkeit der Reaktion ist von ihr abhängig. Herzog und Betzel sind zu demselben Schluß durch Versuche an lebenden Zellen, und zwar an Hefezellen, gekommen. Von Preßhefe wird immer die gleiche Menge Formaldehyd unabhängig von der Konzentration gebunden. Im Zusammenhang mit den Ergebnissen Gegenbauers ist erwiesen, daß der Formaldehyd von Hefezellen, und zwar von dem Eiweiß der Hefezellen, chemisch gebunden wird. Den Nachweis der chemischen Bindung sowohl an die vegetativen Formen der Bakterien, wie an die Sporen hat Hailer erbracht. Es gelang ihm, nur kurze Zeit mit Formaldehyd behandelten Bakterien (Staphylokokken und Bakteriensporen) den Formaldehyd durch Behandlung mit Sulfit, das den Formaldehyd chemisch bindet, wieder zu entziehen, sodaß die Bakterien unter geeigneten Bedingungen sich wieder vermehrten. Die Stärke des Wachstums war von der Konzentration der verwendeten Sulfitlösung abhängig. Eine solche Lösbarkeit des Formaldehyd vom Eiweiß durch Sulfit ist aber nicht mehr möglich, wenn der Formaldehyd längere Zeit auf das Eiweiß eingewirkt hat. Hailer nimmt an, daß sich dann eine festere Eiweiß-Formaldehydverbindung gebildet hat. Immerhin ist es auch praktisch inBezug auf den Desinfektionswert desFormaldehyd wichtig, daß dieseBindung unter geeigneten Umständen reversibel ist. Wenn wir nun die Größe der keimtötende Kraft des

Formaldehyd auf verschiedene Bakterienarten betrachten, dann ist festzustellen, daß nach Hailer Staphylokokken von Formaldehydlösungen in folgenden Zeiten abgetötet werden:

Von 0,25 0,5 1,0 2,0 4,0 8,0 16,0 32,0 %iger Lösung in 420 225 130 55 30 15 7 3,5 Minuten.

Paratyphus-B-Bazillen werden schneller abgetötet. Ganz besonders resistent gegen Formaldehyd sind säurefeste Bakterien z. B. die Tuberkelbazillen. Durch Temperatursteigerung wird die bakterizide Kraft des Formaldehyd ganz erheblich gesteigert. Bei einer Erhöhung der Temperatur von 15 auf 37° betrug die Steigerung bei 0,3 bis 1%iger Lösung Staphylokokken gegenüber das fünffache.

Fassen wir das oben Gesagte zusammen und skizzieren wir kurz den Verlauf der Desinfektion mit Formaldehyd, so haben wir einerseits die zu desinfizierenden Gegenstände mit den daranhaftenden Mikroorganismen, andererseits den gasförmigen Formaldehyd, der sich in der den Gegenständen natürlich anhaftenden und durch zusätzlich erzeugten Wasserdampf vergrößerten Wasserhaut löst. Erst diese Formaldehyd-Lösung wirkt auf die Keime. Bei der Verdampfung von Polymeren muß also reichlich Wasser vorhanden sein, damit dieses für die nötige Aufspaltung der polymeren Dämpfe in einfachem Formaldehyd sorgt und so eine wirksame Formaldehydlösungshaut auf den zu desinfizierenden Gegenständen entstehen läßt. Der Formaldehyd der so entstandenen Lösung verbindet sich nun mit dem Eiweiß der in dieser Lösung befindlichen Mikroorganismen derart, daß ihre Lebensfunktionen aufhören.

Der bakteriologische Wert der Desinfektionsmethoden mit Polymeren des Formaldehyds bei Zimmertemperatur und unbeeinflußter Luftfeuchtigkeit.

Nach den Ausführungen in den beiden vorigen Abschnitten könnte man sagen, daß von diesen Methoden nicht viel zu erwarten ist. Bei der trockenen Verdampfung der Polyoxymethylene entstehen nur polymere Dämpfe, denen keine Desinfektionskraft zukommt. Die jeweilige Luftfeuchtigkeit allein ist nicht ausreichend, um eine genügende Aufspaltung der Polymere herbeizuführen. Auerbach und Plüddemann sagen, daß auch bei Wasserdampfentwicklung „es bei der Vergasung von festen Polymeren des Formaldehyd für Desinfektionszwecke in keinem Falle angängig ist, die vergaste Menge ganz als wirksamen Formaldehyd in Rechnung zu stellen". Bei all diesen Vergasungen handelt es sich aber um solche durch Wärmezufuhr von außen her oder durch Oxydation von Formaldehyd, jedenfalls immer um eine Vergasung bei erhöhter Temperatur. Angaben über den Uebergang von festen Polymeren in gasförmigen Formaldehyd ohne Wärmezufuhr konnte ich in der Literatur nicht finden. Daß ein solcher stattfindet, ist aus dem Formaldehydgeruch der festen Polymere zu schließen. Diese Vergasung ist aber wohl ganz minimal, denn ich konnte nur eine geringe Substanzabnahme bemerken, wenn ich Formalinpastillen — ich verwendete die Pastillen der Firma Schering & Kahlbaum — wochenlang offen im Zimmer stehen ließ. Wenn man dazu nach dem oben Zitierten diese geringe Menge vergaster Polymerer nur zum Teil als Desinfektionsmittel in Betracht ziehen darf, so mußte man den zu Anfang der Arbeit erwähnten zahnärztlichen Angaben skeptisch gegenüber stehen. Es ergab sich also die Berechtigung, diese Angaben nocheinmal bakteriologisch nachzuprüfen.

Eigene Versuche.

Da es sich darum handelte, ein in der Praxis bereits gebräuchliches Verfahren nachzuprüfen, habe ich meine Versuchsanordnung dementsprechend getroffen und darauf verzichtet, wie es sonst bei Prüfungen von Desinfektionsmitteln üblich ist, an Seidenfäden, Granaten oder Leinwandläppchen angetrocknete Bakterien zu verwenden. Ich benutzte als Keimträger Gegenstände der zahnärztlichen Praxis, da ja nicht nur rein chemisch die Wirkung des Formalins zu erproben war, sondern es auch galt, bei der bekanntlich nur oberflächlichen Wirkung des Formaldehyds gleichzeitig festzustellen, ob die mit Buchten und Gelenken versehenen Winkelstücke, die mit Einkerbungen ausgestatteten Instrumente durch das Verfahren einwandfrei sterilisiert würden. Ich verwendete zunächst Bohrer und gezähnte Nervnadeln, die in der Zahnheilkunde mit am häufigsten verwendeten Utensilien. Meine Absicht ging dann weiter dahin, falls die Versuche mit diesen Instrumenten erfolgreich ausgefallen waren, auch komplizierter gebaute Instrumente, wie Winkelstücke, Stirnlampen usw. zu untersuchen.

Als Desinfektionskammer dient mir 1.) die sogenannte Asphalinschale. Der Boden dieser flachen runden Schale ist durch Glaswülste in 4 gleich große Fächer geteilt, die zur Aufnahme der Instrumente bestimmt sind; diese liegen also auf dem Boden. In der Mitte befindet sich ein 5. Fach, in das das Desinfiziens kommt. Ein eingeschliffener Deckel ermöglicht luftdichten Abschluß.

Da jedoch hierbei das entwickelte Gas an die aufliegenden Stellen der Instrumente nur schlecht oder garnicht herankann, habe ich auch noch eine andere Methode versucht, bei der die Nadeln und Bohrer mit Schleifen aus Seidenfäden versehen wurden, mittels deren sie dann an einem Ständer aufgehängt wurden, so daß sie dem Formaldehyd von allen Seiten zugänglich waren. Die Ständer

hatten eine runde mit Blei beschwerte Metallplatte von ca. 5 cm Durchmesser als Fuß, in deren Mitte ein etwa 20 cm hoher Metallstab befestigt war. Am oberen Ende besaß dieser Stab zwei im rechten Winkel zu einander gelegene Durchbohrungen zur Aufnahme von zwei Metalldrähten, die auf diese Weise ein horizontal gestelltes Kreuz vom Umfange der Grundplatte bildeten. An den vier Enden dieses Kreuzes wurden dann die Versuchsobjekte so aufgehängt, daß sie sich ungefähr in der Mitte des Versuchsgefäßes befanden, ohne letzteres oder den Ständer zu berühren. Als Versuchsgefäße benutzte ich hierfür Standzylinder (Höhe ca. 25 cm Rauminhalt ca. 500 ccm) mit eingeschliffenem Deckel oder aufgeschliffenen Glasplatten, die des absoluten Luftabschlusses wegen noch mit Vaseline eingefettet wurden.

Als Testobjekte dienten Reinkulturen von Staphylokokken, die an den Keimträgern angetrocknet waren; außerdem noch Bohrer und Nadeln, die mir nach Benutzung am Patienten von der zahnärztlichen Klinik zur Verfügung gestellt wurden. Ich wählte Staphylokokken, da diese wohl mit die häufigsten Bewohner der Mundhöhle sind und außerdem zu den wiederstandsfähigsten der nicht-Sporen-bildenden Bakterien gehören. Um die Versuche den natürlichen Verhältnissen möglichst anzupassen, wurden Stämme verwendet, die auf der Untersuchungsabteilung des Hygienischen Instituts gerade frisch aus eingesandten Materialien herausgezüchtet worden waren. Zunächst machte ich Vorversuche nur mit dem Stamm 837, um einen gewissen Anhaltspunkt dafür zu erhalten, nach welcher Einwirkungszeit eine desinfizierende Wirkung zu erwarten war und mir unnötige Versuche zu ersparen. Innerhalb der Wirksamkeitsgrenze wurden dann die Versuche mit 3 weiteren Stämmen wiederholt, um die individuellen Verschiedenheiten der einzelnen Stämme in bezug auf ihre Resistenz zu berücksichtigen.

Die Infektion der Keimträger geschah in der Weise, daß 24 Stunden alte Schrägagarkulturen mit physiologischer Kochsalzlösung abgeschwemmt wurden, und zwar je ein Schrägagarröhrchen mit 5 ccm Kochsalzlösung, woraus eine ziemlich dichte Aufschwemmung resultierte. In diese Aufschwemmung wurden nun die Bohrer und Nadeln eingetaucht, und zum Antrocknen der Bakterien $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunde in Petrischalen offen stehen gelassen. Auf eine vorherige Sterilisation der Instrumente habe ich verzichtet, da eventuell vorhandene Staphylokokken ja auch hätten abgetötet werden müssen, andere besonders resistente Keime wie Sporenbildner oder säurefeste Bakterien leicht zu erkennen sind. Nach den Angaben von Rubner und Peerenboom (s. o.) ist die Wirkung des Formaldehyd auf trockene Keime eine stärkere, als auf feuchte. Die Versuchsbedingungen waren also nicht besonders streng. Zudem verzichtete ich noch auf eine Neutralisierung etwa noch anhaftenden Formaldehyds durch Natriumsulfit. Nachdem die Oberfläche der Bohrer und Nadeln trocken erschien, wurden die mit Seidenschleifen versehenen an den Ständern aufgehängt, die anderen in die Asphalinschale gelegt. Dazu wurde eine jedesmal in der Flamme sterilisierte Pincette verwendet. Das Desinfiziens kam auf den Boden der Gefäße, die wie oben beschrieben luftdicht verschlossen wurden.

Nach Ablauf der Versuchszeit wurden die Versuchsgeräte mit der jedesmal wieder ausgeglühten Pincette einzeln auf Agarplatten ($2^1/_2$% schwach alkalisch) gebracht, auf diesen hin- und hergewälzt und liegen gelassen. Die Platten kamen dann für 24 Stunden in den Brutraum von 37°. Nach dieser Zeit wurden die Bohrer und Nadeln von den Platten entfernt, wieder mit steriler Pincette, um eine olygodynamische Wirkung des Metalles wenigstens zum Teil auszuschalten. Ich konnte trotzdem feststellen, daß an den Stellen, wo die Bohrer und Nadeln dem Agar unmittelbar aufgelegen hatten, niemals ein Bakterienwachstum zu be-

obachten war. Dann folgte eine weitere Bebrütung von 24 Stunden. Sowohl nach den ersten 24 Stunden, wie nach 48 Stunden wurden die Platten besichtigt und das Wachstumsergebnis in Tabellen registriert. In den folgenden Tabellen wurde Wachstum von 1 bis 3 Kolonien mit + bezeichnet, mittelstarkes Wachstum mit ++, starkes Wachstum mit +++. Kein Wachstum mit —. Der Einfachheit halber werden nur die Ergebnisse nach 48 stündiger Bebrütung aufgeführt.

Von Desinfizientien habe ich verwendet:

I.) Formalin-Pastillen der Firma Schering & Kahlbaum.

II.) Paraform in Pulverform mit Kaliumpermanganat und Wasser im Verhältnis 1 : 2 : 3.

III.) Formalin-Pastillen der Firma Schering & Kahlbaum mit Kaliumpermanganat und Wasser im Verhältnis 1 : 2 : 3.

IV.) Paraform in Pulverform und Kaliumpermanganat im Verhältnis 1 : 2.

V.) Formalin-Pastillen der Firma Schering & Kahlbaum und Kaliumpermanganat im Verhältnis 1 : 2.

I.) Versuche mit Formalin-Pastillen der Firma Schering & Kahlbaum.

Nach den Angaben der Firma bestehen diese Pastillen aus reinstem polymeren Formalin ohne irgendwelchen Zusatz.

Zur Versuchsordnung ist noch zu sagen, daß ich für je 100 ccm Rauminhalt eine Formalin-Pastille verwendete. Bei allen Versuchen wurde durch nicht desinfizierte Kontrollen mit infizierten Bohrern und Nadeln die Wachstumsfähigkeit der angetrockneten Keime festgestellt.

Tabelle I.

1 Formalin-Pastille auf ca. 100 ccm Luftraum.

a) hängende Bohrer und Nadeln

Einwirk.-Zeit	Bezeichnung des zur Infektion verwandten Stammes. Staph. aur. 837		Staph. aur. 3342		Staph. aur. 3393		Staph. aur. 3685		Aus d. Praxis genommene Instrumente	
	B.	N.	B.	N.	B.	N.	B.	N.	B.	N.
	*	*								
2 Std.	+++ +++ +++ +++	+++ +++ +++ +++ +++ +++ +++								
4 Std.	+++ +++ +++ +++	+++ +++ +++ +++								
8 Std.	+++ +++ +++ +++	+++ +++ +++								
24 Std.	+++ +++ +++ +++ +++	+++ +++ +++ ++	– +	+++ –	– –	– +	– +	+++ +++	+ – – ++	
48 Std.	+++ +++	+++ +	– +	+++ +	– –	+ +	– –	+ –	+ + ++	+

*) Jede Reihe bedeutet den Versuch an 1 Bohrer bezw. 1 Nadel.

Tabelle I.

1 Formalin-Pastille auf ca. 100 ccm Luftraum.

b) liegende Bohrer und Nadeln

Einwirk.-zeit	Bezeichnung der zur Infektion benutzten Stämme: Staph. aur 837		Staph. aur. 3342		Staph. aur. 3393		Staph. aur. 3685		Aus d. Praxis genommene Instrumente	
	B.	N.	B.	N.	B.	N.	B	N.	B.	N.
2 Std.	+++ +++ +++ +++	+++ +++ +++ +++ +++ +++								
4 Std.	+++ +++ +++ +++	+++ +++ +++								
8 Std.	+++ +++ +++ +++ +++ +++ +++ +++	+++ +++ +++								
7 Std.									+++ +++ +++	+++
Std.	+++ +++ +++ +++ +++ +++	+++ +++ +++ +++ +++ +++			+++ —	+++ —	+ —	— —	+++ +++ ++ ++ ++ + + +	++ + + +
Std.	+++ +++ +++	+++ +++ +++	— —	+++ +++	— —	— —	— —	+++ —	+ +++ +++	

In den vorstehenden Tabellen I a und I b ist das Ergebnis der Versuche wiedergegeben. Im ganzen wurden nach dieser Methodik 85 Bohrer und 70 Nervnadeln untersucht. Was können wir nun aus den Tabellen ersehen?

Zunächst einmal, daß eine Einwirkungszeit bis zu 8 Stunden ohne jede Wirkung ist. Auch 17 stündige Einwirkung — es wurden damit allerdings nur 4 Versuche gemacht — ergab ein negatives Resultat. Ich habe dann bei den Versuchen nur noch längere Einwirkungszeiten (24—48 Stunden) untersucht, da die Ergebnisse bei dem Staph. aur. 837 erwarten ließen, daß in einer kürzeren Zeit eine Abtötung der Keime nicht zu erreichen sei. Ueber eine Zeit von 48 Stunden hinaus habe ich die Versuche nicht ausgedehnt, da — auch bei dann eventuell günstigen Ergebnissen — diese für eine praktische Verwertung dieser Desinfektionsmethode in der Zahnheilkunde eben wegen der zu langen erforderlichen Zeit nicht in Betracht kommen.

Weiter geht mit aller Deutlichkeit die verschieden große Resistenz der einzelnen Staphylokokken-Stämme hervor. Stamm 837 erwies sich als besonders widerstandsfähig. Seine Entwicklungsfähigkeit wurde nach 48 stündiger Einwirkung des Desinfiziens kaum beeinträchtigt. Bei den anderen 3 Stämmen ist eine Wirkung des Formaldehyds in einem Teil der Versuche festzustellen. Ferner können wir aus den Tabellen ersehen, daß bei den Versuchen mit den 3 Stämmen 3342, 3393, 3685 die Bohrer ein besseres Ergebnis aufweisen, als die Nadeln. Bei den ersteren findet sich ein völliges Versagen (+++) nur einmal, Sterilität 17 mal; bei den letzteren hingegen war Sterilität nur 9 mal zu erzielen, wogegen 8 völlige Versager festzustellen sind. Was nun die aus der Praxis stammenden Instrumente angeht, so ist Keimfreiheit nur bei 2 Bohrern von 27 Instrumenten insgesamt erzielt worden, also ein ganz schlechtes Resultat. Bei diesen Versuchen aus der Praxis fanden sich in Hauptsache ebenfalls Staphylokokken, daneben vereinzelte grampositive Sporenbildner.

Der Vergleich zwischen hängenden und liegenden Instrumenten läßt einen beweiskräftigen Unterschied der Wirkung in den erzielten Ergebnissen nicht erkennen.

Als Gesamtresultat aus diesen Versuchen ergibt sich, daß durch eine Formalin-Pastille (Schering & Kahlbaum) in 100 ccm Luftraum bei Zimmertemperatur und normaler Luftfeuchtigkeit eine Abtötung von Staphylokokkus-aureus-Stämmen in einer Zeit von 48 Stunden nicht eintritt, daß am Patienten benutzte Bohrer und Nadeln in dieser Zeit nicht sterilisiert werden. An diesem Resultat kann auch die Tatsache, daß bei den Stämmen Staph. aur. 3342, 3393 und 3685 nach 48 Stunden Formalin-Einwirkung in einigen Versuchen kein Wachstum zu sehen war, nichts ändern.

Die Abtötung von Staphylokokken ist das Mindestmaß, das von einem Desinfektionsverfahren gefordert werden muß. Diese war selbst in einer Zeit, die für die praktische Verwendung des Verfahrens in der Zahnheilkunde nicht mehr benutzbar ist, nicht zu erreichen. Es ist also als Endergebnis festzustellen, daß die Methode in dieser Form den Anforderungen, die an ein Desinfektionsverfahren gestellt werden müssen, nicht entspricht.

II.) Versuche mit Paraform in Pulverform Kaliumpermanganat u. Wasser im Verhältnis 1 : 2 : 3.

Diese eben beschriebenen wenig günstigen Ergebnisse dürften wohl auf eine ungenügende Entwicklung von Formaldehyd zurückzuführen sein, die ohne ausreichende Einwirkung von Feuchtigkeit nicht erfolgen kann. Um mich davon zu überzeugen, habe ich für weitere Versuche bei sonst gleicher Versuchsanordnung anstelle der Formalintabletten ein Gemisch von Paraform (in pulvriger Form), Kaliumpermanganat und Wasser verwendet. Hierbei wird durch Oxydation von Formaldehyd mittels Kaliumpermanganat und Wasser eine Temperatursteigerung erzeugt, die aus dem festen Polymer teilweise in sichtbar lebhafter Reaktion gasförmigen Formaldehyd entwickeln läßt, wobei das Wasser als polymeraufspaltend wohl eine beträchtliche Rolle spielt. Dieses bei der Raumdesinfektion geübte sogenannte apparatlose Verfahren, das zuerst mit wässrigen Formaldehydlösungen (Dörr und Raubitschek), dann auch mit festen Polymeren (Kalähne und Strunk) geübt wurde, ist nach Reichel zuverlässig, aber wegen der geringeren Gleichmäßigkeit der Gasentwicklung nicht so gut, wie die Verfahren, bei denen das Formalin in Apparaten zum Verdampfen gebracht wird. Verwendet wurde ein Gemenge von 0,5 g käufllichen Paraform und 1,0 g Kaliumpermanganat, dem nach Einbringung in die Desinfektionsgefäße 1,5 ccm Wasser mit der Pipette zugegeben wurde. Die Versuche wurden an 90 Bohrern und 70 Nervnadeln ausgeführt. Die Zusammenstellung der Ergebnisse ist in den Tabellen II a und II b enthalten.

Tabelle II a.

0,5 Paraform 1,0 K Mn O_4 1,5 H_2 O

a) hängende Bohrer und Nadeln

Einwirk.-Zeit	Bezeichnung der zur Infektion benutzten Stämme: Staph. aur. 837		Staph aur. 3342		Staph. aur. 3393		Staph. aur. 3685		Aus d. Praxi genommene Instrumente	
	B.	N.	B.	N.	B.	N.	B.	N.	B.	N
5 Min.	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++						
10Min.	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++				
15Min.	+++ +++	+++ +++	— —	— —	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+ + +	
30Min.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— +	— —	++ + +	
1 Std.	— — —	— — —					— —	— —	++ +++ ++	
2 Std.	— — —	— — —								
4 Std.	— — —	— — —								

Tabelle II b.

0,5 Paraform 1,0 K Mn O_4 1,5 H_2 O

b) liegende Bohrer und Nadeln

Einwirk.-Zeit	Bezeichnung der zur Infektion benutzten Stämme: Staph. aur. 837		Staph. aur. 3342		Staph aur. 3393		Staph. aur. 3685		Aus d. Pra genomme Instrumer
	B.	N.	B.	N.	B.	N.	B.	N.	B.
5 Min.	+++ +++	+++ +++							
10Min.	+++ +++	+++ ++							
15Min.	— ++	+ +	+ +++	+++ ++	+ —	++ +	++ +++	+++ +++	+++ ++ ++ ++
30Min.	— —	— —	+ ++	+++ +	+ —	— —	— —	— —	+++ + —
1 Std.	— — —	— — —	— — —	— — —	— —	—	— —	— —	++ + +
2 Std.	— — —	— — —							
4 Std.	— — —	— — —							

Betrachten wir zuerst einmal das Verhalten der 4 Staphylokokkenstämme in der Tabelle II a; hängende Versuchsobjekte. Wie zu erwarten war, ist bei dieser Versuchsanordnung ein besseres Resultat zu verzeichnen. Schon nach $^1/_2$stündiger Einwirkung finden wir fast kein Wachstum mehr. Nur ein einziger Versuch, von insgesamt 16 Versuchen, fiel bei dieser Einwirkungszeit noch positiv aus, indem 3 Kolonien angingen. Nach 1 stündiger Einwirkung zeigte sich überhaupt kein Wachstum mehr. Dieselben Versuche an aufliegenden Bohrern und Nadeln ergaben etwas ungünstigere Verhältnisse. Nach einer halben Stunde ist noch in $^1/_3$ der Fälle Wachstum zu sehen. Das hängt wohl damit zusammen, daß das Gas nicht so gut an die Berührungsfläche zwischen Versuchsobjekt und Unterlage dringen kann. Nach einer Stunde Einwirkungszeit finden wir auch hier kein Wachstum mehr. Die Versuche mit den aus praktischer Verwendung stammenden Bohrern hatten aber auch hier ein ungünstiges Ergebnis Noch nach 1 stündiger Einwirkung war eine hauptsächlich aus Staphylokokken bestehende Bakterienentwicklung in allen angesetzten Versuchen zu beobachten. Ich habe von einer Verlängerung der Einwirkungszeit, die vielleicht auch hierbei zu Erfolg geführt hätte, deswegen Abstand genommen, weil die Durchführung des Verfahrens in der zahnärztlichen Praxis nicht nur wegen seiner Umständlichkeit auf Schwierigkeiten stoßen würde, sondern auch daran scheitert, daß die eine Stunde lang der feuchten Atmosphäre ausgesetzten eisernen Instrumente Rost ansetzen.

Ich habe nun bereits bei 2 Versuchsanordnungen die Feststellung machen müssen, — um es vorweg zu nehmen, auch bei den späteren Versuchen zeigte sich das gleiche Bild, — daß die aus der Praxis stammenden Instrumente der Desinfektion einen bedeutend größeren Widerstand entgegensetzen. Da auch bei diesen Instrumenten fast ausschließlich Staphylokokken festzustellen waren, läßt sich

die Differenz nur so erklären, daß die bei der natürlichen Verschmutzung in Schleim eingebetteten Staphylokokken besonders gut geschützt sind.

III.) Versuche mit Formalin-Pastillen (Kahlbaum & Schering), Kaliumpermanganat und Wasser im Verhältnis 1 : 2 : 3.

Obgleich von diesen Versuchen in Bezug auf die praktische Brauchbarkeit wegen der Rostbildung nichts zu erwarten war, habe ich sie dennoch angestellt, um mich von der Güte der Pastillen im Vergleich mit dem Paraformpulver zu orientieren. Ich habe daher, um die Versuche denen der Gruppe II, in der Paraform als Pulver verwendet wurde, ähnlich zu gestalten, zu diesen Versuchen die Formalin-Pastillen zerrieben. Als Desinfiziens wurde also ein Gemenge von 0,5 g zerriebener Formalin-Pastillen und 1,0 g Kaliumpermanganat verwendet, dem 1,5 ccm Wasser mit der Pipette zugesetzt wurde. Die Versuchsanordnung war genau dieselbe, wie bei Gruppe II. Die Versuche wurden an 95 Bohrern und 75 Nervnadeln ausgeführt.

Tabelle III a.

0,5 Formalin-Pastille 1,0 K Mn O_4 1,5 H_2O

a) hängende Bohrer und Nadeln

Einwirk.-Zeit	Bezeichnung der zur Infektion benutzten Stämme: Staph. aur. 837		Staph. aur. 3342		Staph. aur. 3393		Staph. aur. 3685		Aus d. Praxis genommene Instrumente	
	B	N.	B.	N.	B.	N.	B.	N.	B.	N
5 Min.	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++						
10Min.	+++ ++	++ ++	+++ +++	+++ +++	++ ++	++ ++				
15Min.	— —	+ —	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ ++ ++	
30Min.	— —	— —	+++ +++	+++ ++	+ —	— —	— —	— —	+++ ++ +	
1 Std.	— — —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	+++ ++ —	
2 Std.	— —	— —								
4 Std.	— —	— —								

Tabelle III b.

0,5 Formalin-Pastille 1,0 K Mn O_4 1,5 H_2 O

b) liegende Bohrer und Nadeln

Einwirk.-Zeit	Bezeichnung der zur Infektion benutzten Stämme: Staph. aur. 837		Staph. aur. 3342		Staph. aur. 3393		Staph. aur. 3685		Aus d. Praxis genommene Instrumente
	B.	N.	B.	N.	B.	N.	B.	N.	B.
5 Min.	+++ +++	+++ ++							
10 Min.	++ —	— —							
15 Min.	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++			— +	+++ +++	
30 Min.	+++ +++	+++ —	— —	— —			— —	— +	+++ +++ +++
45 Min.	++ — —	— —							
1 Std.	— —	— —	— —	— —	++ —	+++ +	+ —	— —	+ + ++
2 Std.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	+ + +
4 Std.	— — —	— — —							

Die Ergebnisse dieser Versuchsgruppe III mit künstlich infizierten Instrumenten sind etwas ungünstiger, als die der Gruppe II. Die Tabelle IIIa entspricht ungefähr der Tabelle IIb. Das Ergebnis, das wir hier in der Tabelle IIIa bei aufgehängten, dem Gas von jeder Seite zugänglichen Objekten sehen, wurde in der Tabelle IIb schon an liegenden Objekten, also unter ungünstigeren Bedingungen erreicht. Nach einer halben Stunde Einwirkung nämlich ist noch in einem Drittel der Fälle Wachstum zu beobachten, nach einer Stunde ist Sterilität erreicht. Noch deutlicher zeigt sich das ungünstigere Verhalten der Formalin-Pastillen dem pulverförmigen Paraform gegenüber in der Tabelle III b. Auch nach einstündiger Einwirkung des Desinfiziens sind in einem Teil der Versuche noch lebende Keime nachzuweisen. Erst nach zwei Stunden Formalineinwirkung waren sämtliche Keime abgetötet und die Nährböden steril.

Ueber die Ergebnisse der Versuche mit Bohrern und Nadeln, die am Patienten benutzt worden waren, über die für die Praxis schwierige Technik dieser Methode und über das Rosten der Instrumente gilt dasselbe, was bei der Versuchsgruppe II gesagt wurde.

IV.) Versuche mit Paraform in Pulverform und Kaliumpermanganat im Verhältnis 1 : 2.

Um die Rostgefahr, die sich bei den Versuchsanordnungen II und III gezeigt hatte, zu vermeiden, habe ich weitere Versuche angestellt, ob das Kaliumpermanganatverfahren auch dann noch wirksam ist, wenn man das Wasser wegläßt und nur Kaliumpermanganat und Polymer verwendet, in der Hoffnung, daß die Luftfeuchtigkeit vielleicht ausreichend wäre, wenn auch langsam, aus diesem Gemenge Formaldehyd in ausreichender Menge zur Entwicklung zu bringen. Die tech-

nische Ausführung dieser Versuche geschah in derselben Weise, wie sie bei den ersten Versuchen dieser Arbeit beschrieben wurde. Als Desinfiziens wurden 1,0 g Kaliumpermanganat mit 0,5 g pulverförmigen käuflichen Paraform in gut durchgeschütteltem Gemenge verwendet. Da ich von vornherein eine schnelle Wirkung nicht erwartete, habe ich die Einwirkungszeit sogleich auf 24 und 48 Stunden ausgedehnt. Die Versuche wurden nur mit 3 Staphylokokken-Stämmen an 21 Bohrern und 20 Nadeln ausgeführt.

Tabelle IV a.

0,5 Paraform 1,0 K Mn O_4

a) hängende Bohrer und Nadeln

Einwirk.-Zeit	Bezeichnung der zur Infektion benutzten Stämme: Staph. aur. 837		Staph. aur. 3342		Staph. aur. 3393	
	B.	N.	B.	N.	B.	N.
24 Std.	+++ +	+++ +++				
48 Std.	+++ ++ +	+++ +++	+++ +++	+++ +++	— —	— —

Tabelle IV b.

0,5 Paraform 1,0 K Mn O_4

b) liegende Bohrer und Nadeln.

Einwirk.-Zeit	Bezeichnung der zur Infektion benutzten Stämme: Staph. aur. 837		Staph. aur. 3342		Staph. aur. 3393	
	B.	N.	B.	N.	B.	N.
24 Std.	++ +++ +++	— +++ ++			+ —	+++ ++
48 Std.	+++ +++ +++	++ — —	+++ +++	+++ +++	— —	— —

Auch in diesen beiden Tabellen ist zu sehen, daß sich die einzelnen Stämme dem Desinfiziens gegenüber verschieden verhalten. Während die Stämme 837 und 3342 nach 48 stündiger Einwirkung des Desinfiziens noch starke Wachstumsfähigkeit zeigen, ist bei dem Stamm 3393 wohl nach 24 stündiger Einwirkung noch Wachstum zu sehen, nach 48 Stunden aber ist eine Abtötung der Staphylokokken erfolgt. Von einem positivem Erfolg dieser Versuche ist nicht zu sprechen. Abgesehen davon wäre auch ein Erfolg in 48 Stunden für die praktische Auswertung dieser Methode in der Zahnheilkunde nicht ausreichend, weil ein langwieriges Verfahren unbrauchbar ist.

Das Ergebnis dieser Versuche zeigt also, daß der Feuchtigkeitsgehalt der Luft nicht ausreichend ist, um aus einem Gemenge von Paraform und Kaliumpermanganat eine für die Abtötung von Staphylokokken in 48 Stunden genügende Menge von Formaldehyd zu erzeugen.

V.) Versuche mit Formalin-Pastillen (Schering & Kahlbaum) und Kaliumpermanganat in Verhältnis 1 : 2.

Der Vollständigkeit halber habe ich die gleichen Versuche auch noch mit den Formalin-Pastillen unternommen. Die Versuche wurden an 21 Bohrern und 20 Nervnadeln ausgeführt.

Tabelle V a.

0,5 Formalin-Pastille 1,0 K Mn O_4

a) hängende Bohrer und Nadeln.

Einwirk.-Zeit	Bezeichnung der zur Infektion benutzten Stämme: Staph. aur. 837		Staph. aur. 3342		Staph. aur. 3393	
	B.	N.	B.	N.	B.	N.
24 Std.	+++	+++	+++	+++	+	+
	—	—	+++	—	—	—
48 Std.	—	—	+	+++	+	+++
	—	—	+	++	+	—

Tabelle V b.

0,5 Formalin-Pastille 1,0 K Mn O_4

b) liegende Bohrer und Nadeln

Einwirk. Zeit	Bezeichnung der zur Infektion benutzten Stämme: Staph. aur. 837		Staph. aur. 5342		Staph. aur. 3393	
	B.	N.	B.	N.	B.	N.
24 Std.	++ – –	+++ +++				
48 Std.	+++ +++	+++ +++	– –	– ++	– +++	+++ –

Auffällig ist an diesen Versuchen, daß der Stamm 837, der bei allen bisherigen Versuchen die stärkste Resistenz gegen das betreffende Desinfektionsmittel zeigte, bei dieser Desinfektionsmethode an hängenden Bohrern und Nadeln (Tabelle V a) nach 48stündiger Einwirkung abgetötet wurde, während die anderen sonst weniger widerstandsfähigen Stämme noch Wachstum zeigten. Aber auch hier gilt dasselbe, was in dem vorigen Abschnitt gesagt wurde: Es ist nach 48 stündiger Einwirkung des Desinfiziens keine zuverlässige Abtötung von Staphylokokken zu erreichen, was aus den Tabellen ohne weiteres zu ersehen ist.

Beim Vergleich der Versuchsgruppen IV und V ist ein wesentlicher Unterschied darin, ob das Desinfiziens aus Kaliumpermanganat und käuflichen Paraform oder aus Kaliumpermanganat und Formalin-Pastillen besteht, nicht erkennbar.

Auf Grund dieser Ergebnisse habe ich von Versuchen mit komplizierter gebauten Instrumenten Abstand genommen, da sie mir völlig aussichtslos erschienen.

Zusammenfassung.

Das Verfahren, in einem luftdicht verschlossenem Glasgefäß Instrumente der zahnärztlichen Praxis mittels eingelegter Formalin-Pastillen (herstellende Firma: Schering & Kahlbaum) zu sterilisieren, hat sich als unbrauchbar erwiesen. Sowohl künstlich mit Staphylokokken infizierte Instrumente, wie auch aus der Praxis stammende konnten selbst nach 48stündiger Einwirkung des Desinfiziens nicht keimfrei gemacht werden.

Verwendung von Paraformpulver, Kaliumpermanganat und Wasser oder Formalin-Pastille, Kaliumpermanganat und Wasser ergab bessere Resultate, indem die künstlich mit Staphylokokken infizierten Instrumente nach 2 Stunden Desinfektionseinwirkung keimfrei wurden; die aus der Praxis stammenden Bohrer und Nervnadeln waren nach einer Stunde noch nicht sterilisiert. Der bei dieser Methodik sich entwickelnde Wasserdampf schädigt aber die Instrumente durch Rostbildung, so daß auch dieses Verfahren für die Praxis nicht in Betracht kommt.

Zum Schluß möchte ich mir gestatten, Herrn Professor Dr. Hübner für die Anregung zu dieser Arbeit und Herrn Professor Dr. Lubinski für die Unterstützung bei der Durchführung der Versuche, die ich in weitestem Maße erfahren habe, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literatur.

Auerbach und Barschall: Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte 1908 Nr. 27 S. 183

Auerbach und Plüddemann: Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte 1914 Nr. 47 S. 116

Bernstein: Deutsche zahnärztliche Wochenschrift 1904 S. 516

Bürgi und Laubenheimer: Handbuch derPathogenen Mikroorganismen von W. Kolle und A. v. Wassermann Bd. III 2. Teil S. 1027 ff.

Dörr und Raubitschek: Zentralblatt für Bakteriologie 1907 Nr. 45 S. 77 und 179

Eisenberg und Okolska: Zentralblatt für Bakteriologie 1913 Nr. 69 S. 512

Gegenbauer: Archiv für Hygiene 1922 Nr. 90 S. 259

Hailer: Handbuch der Hygiene von Weil 2. Aufl. Bd. VIII S. 1152 ff.

Flügge: Zeitschrift für Hygiene 1898 Bd. 29 S. 276

Hofmann: Aerztliche Mitteilungen aus und für Baden 1903 Nr. 24

M. Joyeux (Chartres): Presse dent. XXX Nr. 5 S. 338 (1928) L'Odontologie XLVII Nr. 5 S. 379 (1928)

Referat: Misch, Fortschritte der Zahnheilkunde 1929 Teil 2 S. 200

Kalähne und Strunk: Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten 1909 Nr. 63 S. 375

Lehmann: Münchener medizinische Wochenschrift 1893 Nr. 32

W. D. Miller: Deutsche zahnärztliche Wochenschrift 1903 S. 551

H. Niemann: Referat in: Misch, Fortschritte der Zahnheilkunde 1929 Teil 2 S. 100

G. Oubrerie: La Semaine dent. IX Nr. 9 S. 183—185 (1927)

Referat: Misch, Fortschritte der Zahnheilkunde 1928 Teil 2 S. 244

H. Reichel: Handbuch der pathogenen Mikroorganismen von W. Kolle und A. v. Wassermann Bd. III 2. Teil S. 902 ff

Peerenboom: Hygienische Rundschau 1898 Nr. 18 S. 769

Rubner und Peerenboom: ebenda 1899 Nr. 6 S. 265

Schlesinger: Archiv für klinische Chirurgie 1914 S. 898

H. Wolf: Handbuch der Zahnheilkunde von Scheff, Herausgeber H. Pichler 4. Aufl. S. 426

Lebenslauf.

Als Sohn des verstorbenen Superintendenten D. Emil Klar und seiner verstorbenen Ehefrau Helene, geb. Grau wurde ich am 23. November 1908 in Belgard a/Persante (Pommern) geboren. Dort besuchte ich nach ½ jähriger privater Vorbildung vom Herbst 1915 bis Ostern 1918 die Vorschule. Von Ostern 1918 ab besuchte ich das städtische Gymnasium in Belgard, wo ich Ostern 1928 die Reifeprüfung bestand. Zwecks Studium der Zahnheilkunde ließ ich mich Ostern 1928 an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau immatrikulieren. Am 7. August 1929 bestand ich die Vorprüfung in Breslau. Das zweite klinische Semester verbrachte ich in Würzburg, die ganze übrige Studienzeit in Breslau, wo ich am 16. Dezember 1931 das Staatsexamen bestand.

Ich bin evangelischer Konfession und besitze die preußische Staatsangehörigkeit.